

# L'astronomie dans le monde

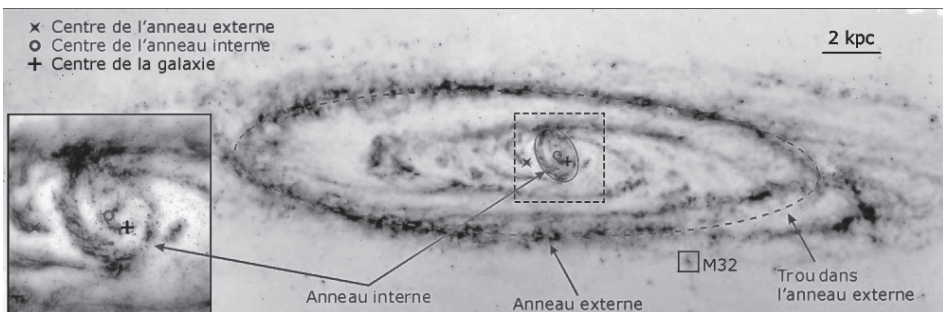
## La nébuleuse d'Andromède

*Selon communiqué CNRS*

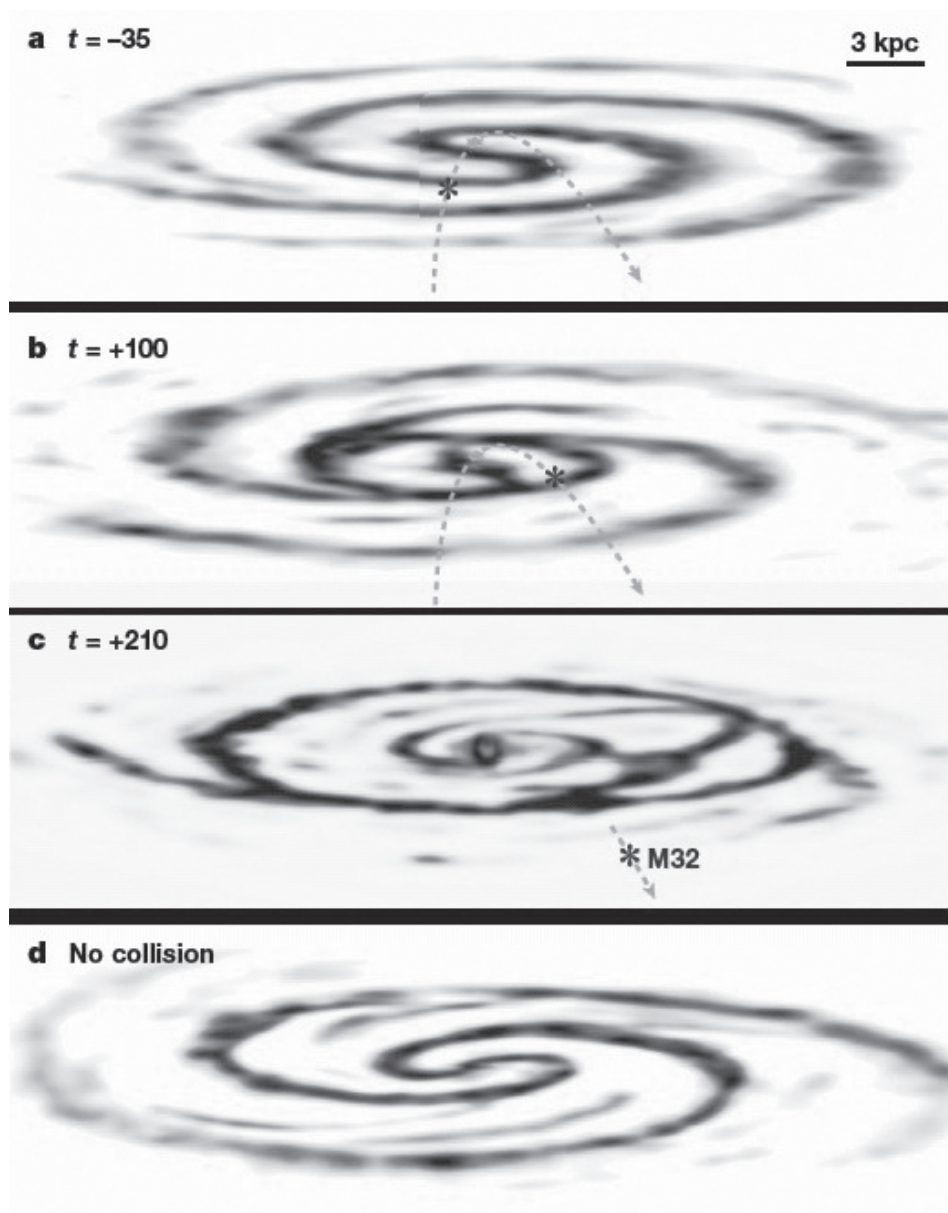
La structure du disque d'Andromède (ou Messier 31), la plus grosse galaxie spirale du Groupe Local, a toujours été un mystère : la carte du gaz interstellaire est dominée par un grand anneau qui a l'air de se superposer à des morceaux de spirale. La découverte par le satellite infrarouge Spitzer d'un deuxième anneau au centre de la galaxie a permis de proposer une solution au problème grâce à la simulation numérique. Les deux anneaux seraient des ondes de densité se propageant à partir du centre, juste après l'impact d'une petite galaxie compagnon qui aurait traversé le disque d'Andromède.

*Ci-dessous, l'émission de la poussière et des macro-molécules du milieu interstellaire de la galaxie d'Andromède M 31 observée avec IRAC, la caméra infrarouge du satellite Spitzer. M 31 possède clairement deux anneaux. Outre le célèbre anneau externe d'un rayon d'environ 10 kpc, cette carte révèle un deuxième anneau beaucoup plus petit, de 1,5 par 1 kpc, décentré de 0,5 kpc par rapport au noyau de la galaxie. Les deux anneaux sont interprétés comme des ondes de densité produites par une collision presque frontale. Le candidat le plus probable est la galaxie naine voisine M 32, qui apparaît très faible sur cette image, car elle n'a pas beaucoup de poussière.*  
(© NASA/JPL)

*Sur la page suivante on a représenté la morphologie du gaz produite dans des simulations d'une collision presque frontale entre M 31 et M 32. Ce modèle à N corps prend en compte l'interaction gravitationnelle entre les étoiles, la matière noire, la dissipation du gaz interstellaire ainsi que la formation d'étoiles. La ligne pointillée indique l'orbite de M 32 ; le lieu de l'impact se situe très près de l'axe polaire de M 31. Les époques a, b, et c correspondent respectivement à 35 millions d'années (Myr) avant la collision, 100 et 210 Myr après l'impact ; la dernière époque montre aussi la position actuelle de M 32. Toutes les images sont projetées à 77 degrés pour une comparaison directe avec la figure précédente. L'image c montre le centre de M 31 incliné d'un angle de 30 degrés par rapport au disque principal, en accord avec les observations. Les deux ondes de densité en forme d'anneaux (toutes les deux décentrées par rapport au noyau) sont bien reproduites, ainsi que le trou dans l'anneau externe. L'image d montre la morphologie du gaz après 210 Myr en partant des mêmes conditions initiales, mais modélisée sans la collision ; aucun anneau n'est alors produit. Le rapport de masse initial pour le compagnon M 32 est 1/10 de M 31 (ou 1/13 en excluant la matière noire). M 32 serait aujourd'hui à une distance de 35 kpc de M 31 et à une latitude galactique d'environ 45 degrés, ce qui correspond bien à sa position observée aujourd'hui.*  
(© CNRS/CEA)



(Ndlr : rappelons qu'un parsec -pc- vaut 3,26 années-lumière)



Andromède, la galaxie spirale la plus proche de notre Voie Lactée, recèle encore un grand nombre d'énigmes. La question de la distribution du gaz et des poussières constitue notamment un problème sur lequel les scientifiques butent depuis une vingtaine d'années. En effet, comment expliquer la présence d'un anneau externe autour d'Andromède, visible dans les spectres optique et radio, et dont le centre est décalé de 1 kpc par rapport au noyau central de la galaxie ? Grâce à des images réalisées dans le proche et moyen infrarouge par le Spitzer Space Telescope, une équipe internationale de chercheurs lève le voile sur cette énigme.

Spitzer a en effet révélé un indice jusqu'alà invisible aux yeux des chercheurs, la présence d'un second anneau de gaz et de poussières au sein de M 31, beaucoup plus petit que le premier et excentré de 0,5 kpc par rapport au noyau galactique. En fait, cet anneau constituerait la première d'une série de vagues provoquées par un choc colossal, se propageant du centre de la galaxie vers les régions extérieures un peu comme lorsque l'on jette une pierre dans l'eau. A cette échelle galactique, seule la collision de M 31 avec une autre galaxie peut expliquer la présence de ces deux anneaux de poussières et de gaz, tous deux excentrés par rapport au noyau galactique. Mais alors quel est le coupable ?

A l'aide de simulations numériques, les chercheurs ont montré qu'il pourrait s'agir de la galaxie M 32, aujourd'hui une proche voisine d'Andromède. Les indices concernant la taille, la masse et la distance de M 32 par rapport à M 31, confirment l'hypothèse d'un choc entre les deux galaxies. M 32 ne peut plus se cacher, elle a été identifiée comme étant la coupable !

Par ailleurs, Andromède étant proche de notre Galaxie, cette découverte constitue une remarquable opportunité d'étudier plus précisément les conséquences des collisions entre galaxies.

### ***Jours et nuits d'une exoplanète***

Le télescope infrarouge Spitzer a permis pour la première fois de mesurer la différence de température d'une exoplanète entre le

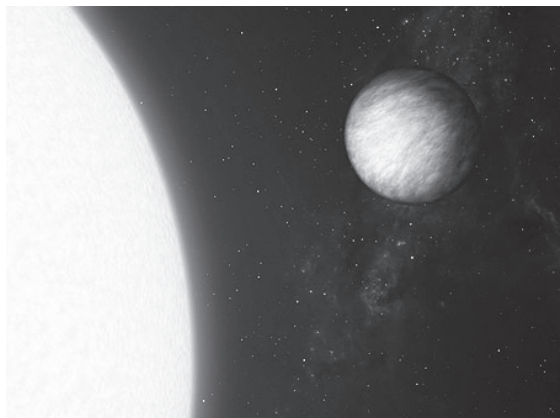
***Le graphique supérieur de la page suivante montre les données infrarouge obtenues par Spitzer ; elles indiquent que la planète tournant autour d'Upsilon Andromedae a une face très chaude regardant l'étoile, alors que le côté opposé est froid et sombre. Spitzer a réussi à obtenir la différence de température en mesurant le flux infrarouge en cinq points au cours de l'orbite décrite en 4,6 jours.***

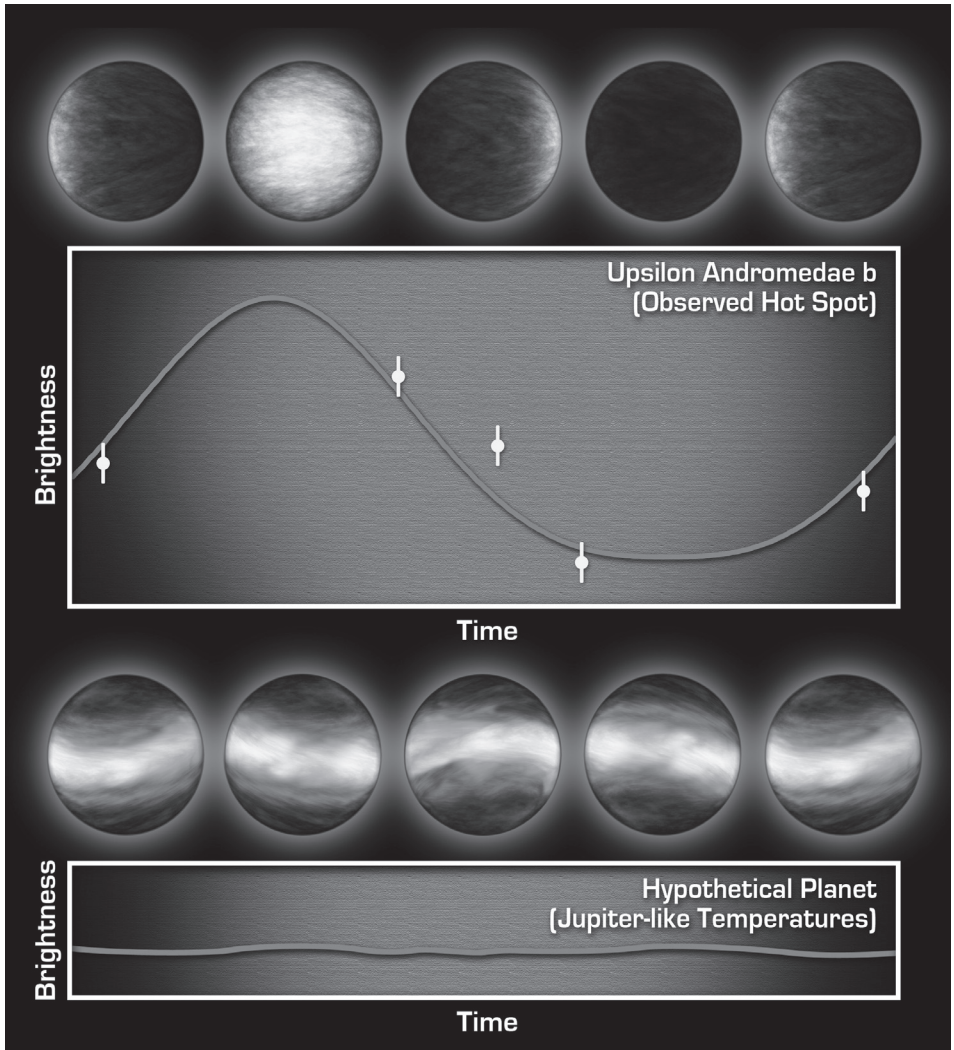
***Le graphique du bas sur la même page montre ce que l'on aurait observé si la planète avait été comme Jupiter, sans grande différence entre les hémisphères opposés.***

jour et la nuit. Les astronomes ont ainsi pu établir qu'en milieu d'après-midi la planète la plus proche d'Upsilon Andromedae est plus chaude de 1 400°C qu'en fin de nuit.

On ne peut évidemment pas observer séparément la planète et l'étoile. Pour estimer la différence de température, il a suffi de constater que l'émission infrarouge du système variait avec la même période que l'étoile. La planète tourne toujours le même côté vers l'étoile de sorte que l'on voit alternativement le côté jour et le côté nuit. En raison de sa proximité, la face exposée à l'étoile est portée à très haute température. Les vents ne suffisent pas à transporter la chaleur d'un hémisphère à l'autre, une grande partie se perdant en rayonnement.

Notre Jupiter, au contraire, tourne vite sur lui-même et est très froid en raison de sa grande distance au Soleil. Il n'y a guère de pertes et sa température est constante en longitude.

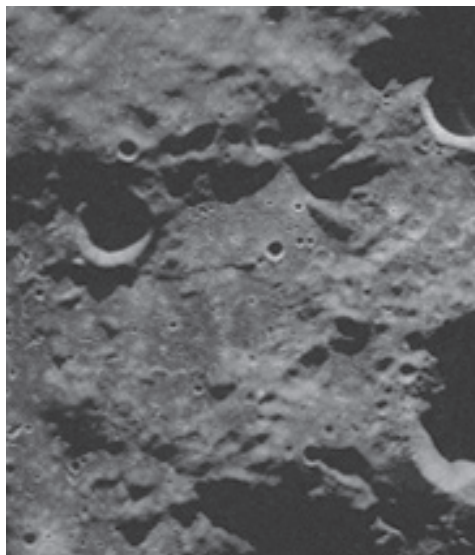
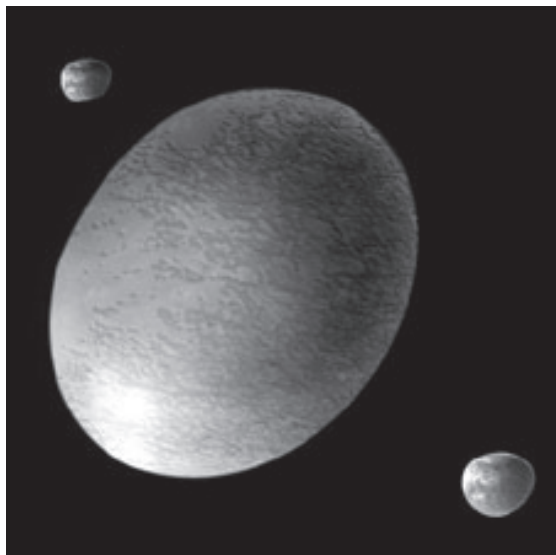




### 2003 EL 61

Un objet de la Ceinture de Kuiper (KBO) moins célèbre que Pluton et autres Eris s'avère peut-être le plus intéressant du système solaire au-delà de Neptune. Dès sa découverte, on s'est aperçu que la période de rotation de (136108) 2003 EL61 est très courte, un peu moins de 4 heures. Cela en fait la petite planète de plus 100 kilomètres de diamètre tournant le plus rapidement. Sa forme est encore plus étrange — il

ressemble à un ballon de rugby. Sa plus grande dimension dépasse probablement le diamètre d'Eris. Les astronomes lui ont découvert deux lunes. La plus petite a une orbite non-circulaire de 35 jours, et l'autre une orbite circulaire de 49 jours. La densité et la rotation rapide de l'objet indiquent que cette planète est composée de roche, recouverte d'une fine pellicule de glace. *(Suite p. 408)*



***Fortement aplati par sa rotation rapide, 2003 EL61 ressemble à une courge d'au moins  $1\,960 \times 1\,500 \times 1\,000$  kilomètres. (© NASA, ESA, and A. Feild (STScI))***

*(suite de la p.401)*

Ces particularités conduisent les astronomes à penser que 2003 EL61 a subi une collision qui a accéléré sa rotation et que les débris se sont rassemblés dans les deux lunes. Il se pourrait même, selon de nouvelles recherches, qu'il reste beaucoup d'autres fragments en dehors des deux satellites.

En étudiant les KBO d'un diamètre compris entre 500 et 1 000 kilomètres on remarque qu'au moins cinq d'entre eux ont des orbites et des spectres similaires, ceux-ci dénotant la présence importante de glace d'eau, contrairement à la majorité des KBO. Curieusement, la plus grosse lune de 2003 EL61 montre aussi une forte signature spectrale de la glace.

Il est naturel d'en conclure que 2003 EL61 et ces quelques KBO particuliers proviennent d'un astre parent qui a éclaté sous l'action d'un choc violent.. On ne sait pas quand s'est produite cette collision mais tout laisse penser qu'elle est récente, astronomiquement parlant.

On pense généralement que lors d'un tel impact, selon la quantité d'énergie libérée, les fragments se dispersent librement sur des orbites plus ou moins voisines, ou au contraire restent satellisés autour du corps principal. Pour qu'il y ait les deux à la fois il faut que l'énergie soit juste suffisante pour ne libérer qu'une partie des débris.

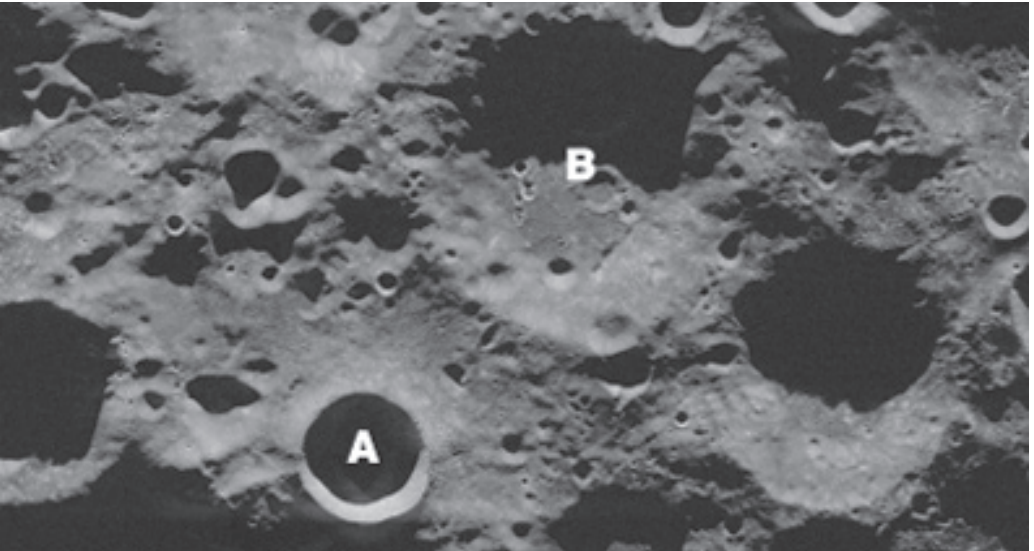
Dans l'état actuel des connaissances les petites planètes suivantes font partie de la famille de 2003 EL61 : (86047) 1999 OY3, (24835) 1995 SM55, (19308) 1996 TO66, (55636) 2002 TX300, (120178) 2003 OP32, ainsi que les lunes de 2003 EL61.

### ***Glace lunaire***

L'étude radar de la Lune grâce aux antennes géantes d'Arecibo (Porto Rico) et de Green Bank (West Virginia) a échoué dans la recherche de glace dans les cratères du pôle sud de la Lune. On a obtenu des images du fond de ces cratères montrant les zones qui restent en permanence à l'ombre et à des températures très basses, de l'ordre de 100 K.

Des observations radar antérieures avaient pourtant suggéré dès 1992 l'existence de dépôts de glace dans des cratères polaires de la planète Mercure. Par contre dans le cas

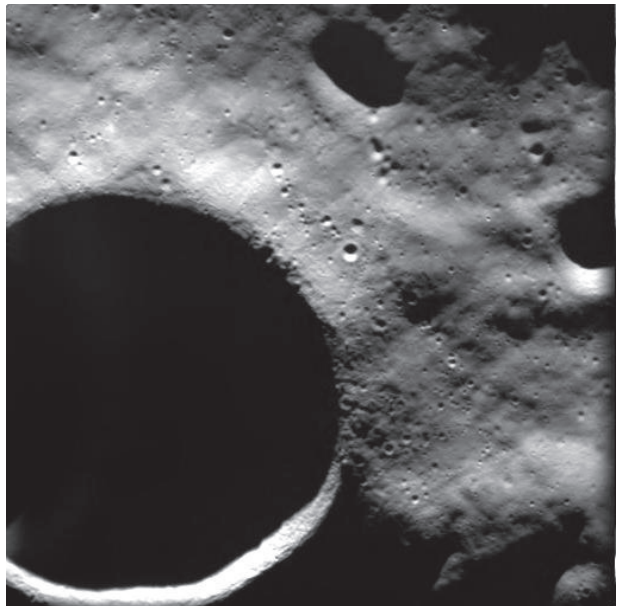


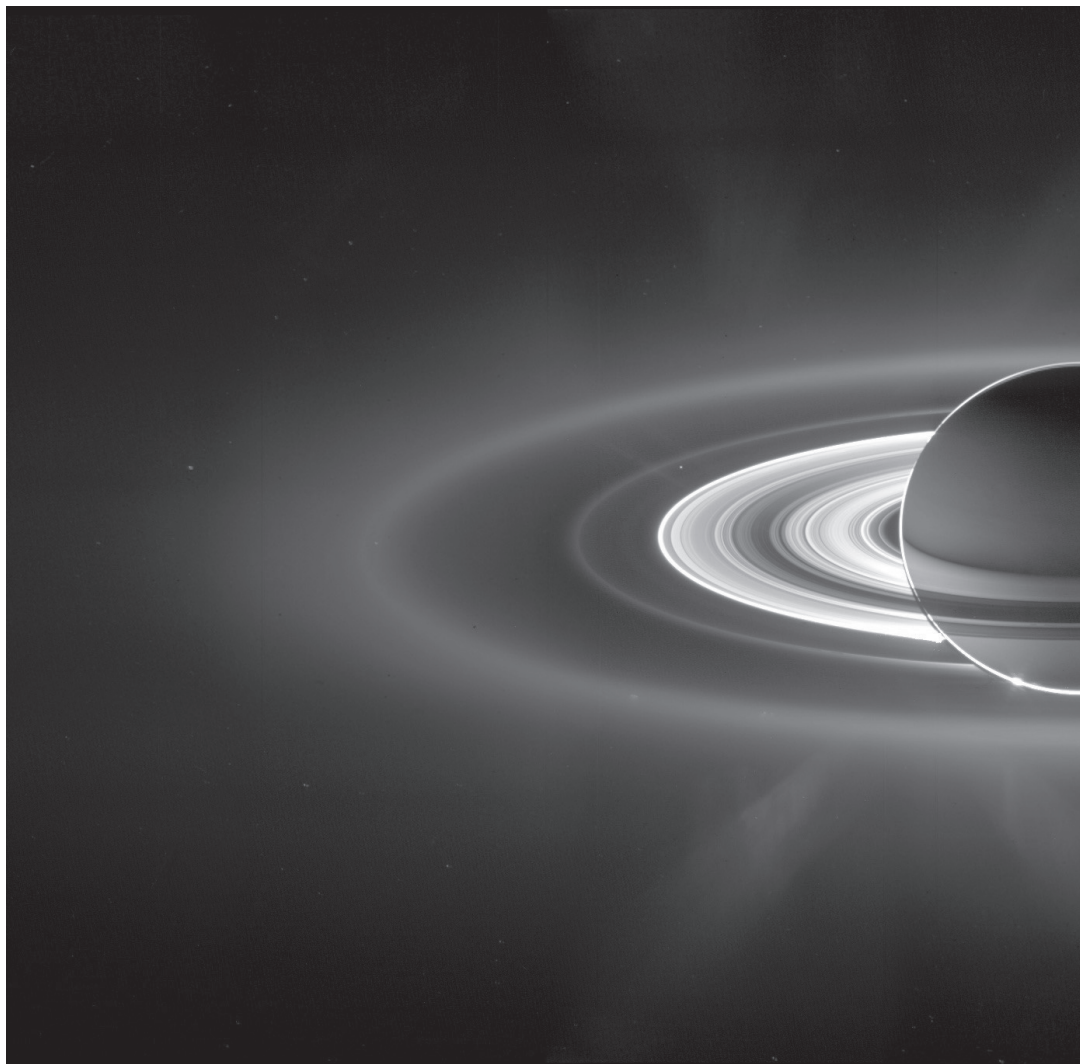


*Image radar du pôle sud de la Lune montrant les cratères Shackleton (A) et Shoemaker (B) respectivement de 19 et 51 km de diamètre. L'image a été prise à la longueur d'onde de 13 cm (© D. Campbell (Cornell), B. Campbell (Smithsonian) and L. Carter (Smithsonian))*

*De son côté la sonde SMART de l'ESA photographiait systématiquement la région du pôle dans l'espoir de détecter des signes de présence de glace. Ci-dessous le cratère Shackleton. (© ESA)*

de la Lune, les mêmes observations n'ont jamais rien révélé. Cependant la sonde Lunar Prospector a pu montrer la présence d'hydrogène dans les cratères situés près des pôles de la Lune, sans toutefois pouvoir préciser si ces atomes d'hydrogène se trouvaient dans des molécules d'eau. La présence de gisements de glace serait une ressource importante pour d'éventuelles bases lunaires. D'autres satellites lunaires comme le Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO), en 2008 et le Lunar CRater Observation and Sensing Satellite (LCROSS) chercheront à résoudre cette question.

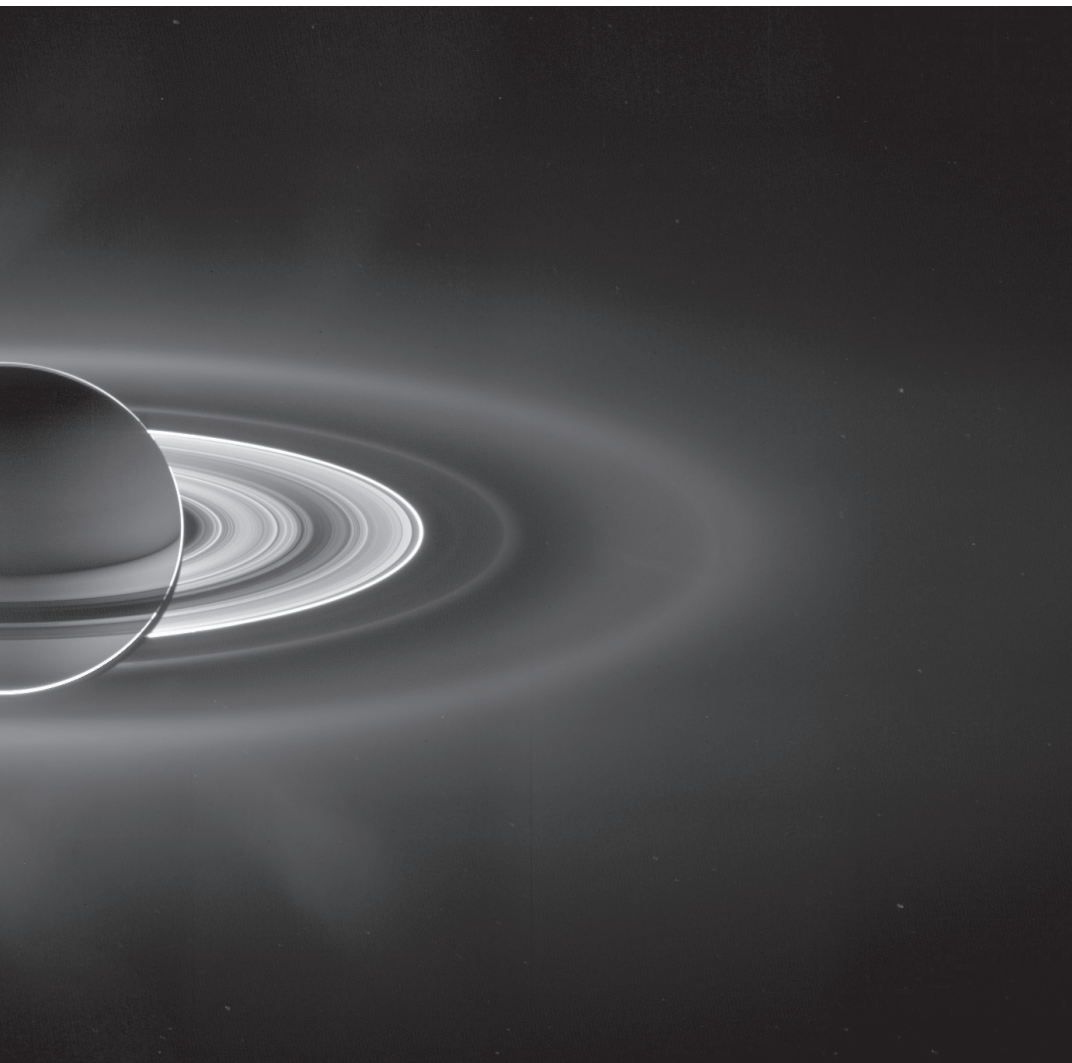




*Saturne éclipse le Soleil. Cette image fait partie d'une mosaïque de 165 images prises par la sonde Cassini lorsqu'elle était dans l'ombre de Saturne le 15 septembre. Certaines parties des anneaux sont surexposées. L'angle de la prise de vue est de 15 degrés au-dessus du plan des anneaux et la sonde était à 2,2 millions de kilomètres de Saturne. (© NASA/JPL)*

## **Saturne**

La sonde Cassini a profité d'un séjour de douze heures dans l'ombre de Saturne pour prendre des photos exceptionnelles du système des anneaux. Vues ainsi à contre-jour, les fines particules de poussières gagnent en brillance ce qui a permis la découverte de deux nouveaux anneaux très fins. L'un de ceux-ci se situe au niveau de l'orbite commune des satellites



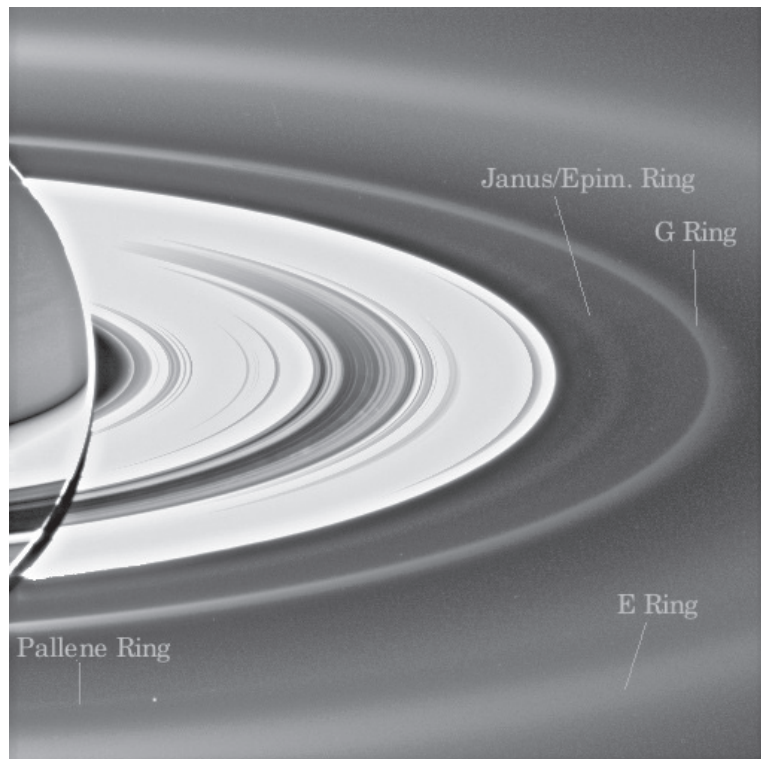
Janus et Epiméthée. Les scientifiques ont été surpris de l'existence de cet anneau aussi bien défini, même s'il est vraisemblable que des impacts sur les lunes Janus et Epiméthée puissent projeter des poussières dans l'espace. L'autre anneau coïncide avec l'orbite de Pallène.

La distribution des poussières est influencée par le rayonnement solaire ainsi que par les forces électromagnétiques. Elles se révèlent

donc d'un grand intérêt pour comprendre l'espace environnant. Les différences de teinte et de contraste d'un endroit à l'autre des anneaux diffus devraient aussi apprendre des choses sur la nature des particules et les forces qui en régissent l'agencement.

Sur l'image générale ci-dessus on peut voir à l'extérieur l'anneau E, très étendu et diffus. Il est alimenté par les geysers de glace





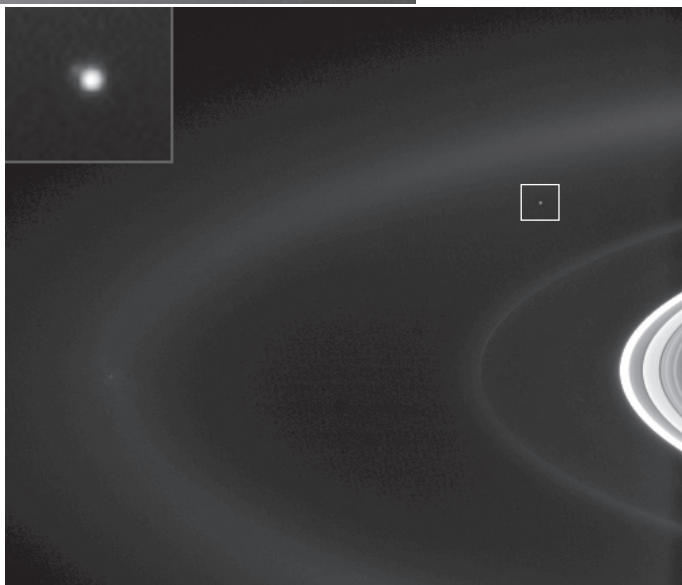
*L'anneau nouvellement découvert partageant l'orbite de Janus et Epiméthée est visible ici en deçà des anneaux G et E. Le point brillant que l'on peut voir dans l'anneau n'est pas la lune Pallene mais une étoile.*

d'Encelade, situé au bord gauche de l'anneau.

Entre E et le système principal d'anneaux, on peut voir le G, très fin. A l'intérieur de G, au-dessus des anneaux principaux, un point d'apparence insignifiante n'est autre que notre bonne vieille Terre, à un milliard et demi de kilomètres.

Le nouvel anneau associé à Pallene est un ruban étroit, d'une largeur de 2 500 km, entre E et G. Le satellite correspondant, Pallene, découvert antérieurement,

*Le système Terre-Lune vu par Cassini lors de l'éclipse du Soleil par Saturne.*



ment par la sonde Cassini, mesure environ 4 km. Son orbite est intermédiaire entre celles de Mimas et d'Encélade.

D'autres images de la Terre ont été prises par Cassini lors de l'éclipse du Soleil. En temps normal, en effet, notre planète apparaît beaucoup trop près du Soleil pour que Cassini puisse la viser sans danger. Sur l'image au bas de la page 412 on peut voir la Terre comme un point dans le petit carré. Un zoom laisse deviner la présence de la Lune comme une ex-croissance.

### ***Ouragans***

La sonde Cassini a observé un ouragan gigantesque au pôle sud de l'Saturne (cf image en couverture 1 et ci-dessous). Contrairement aux ouragans terrestres celui-ci est ancré au pôle et ne dérive pas au-dessus d'un océan. Son étendue est d'approximativement 8 000 kilomètres, soit les deux tiers du diamètre de la Terre.

L'enregistrement fait par Cassini sur une période de trois heures révèle des vents vio-

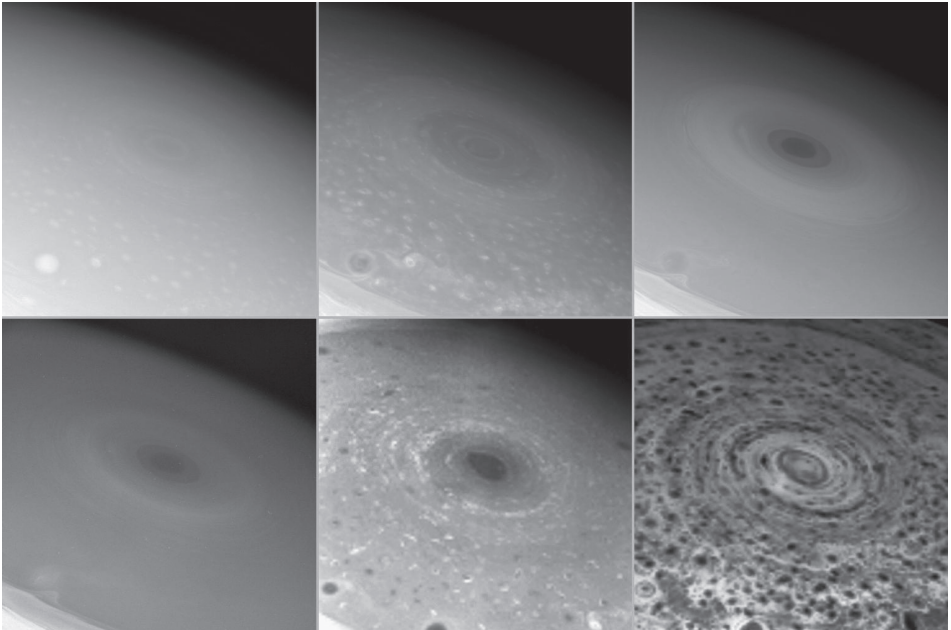
lents tournant autour du pôle sud à des vitesses atteignant 550 kilomètres par heure. L'anneau de nuages s'élève à des dizaines de kilomètres au-dessus de ceux de l'œil de la tempête,

Un tel système semblable à nos ouragans n'était connu que sur Terre. Même la Grande Tache Rouge de Jupiter, bien plus étendue que l'ouragan de Saturne, ne possède pas d'œil.

Dans les images de Cassini prises en infrarouge, l'œil est sombre en raison de l'absorption sélective de la lumière par le méthane. Seuls les nuages élevés sont bien visibles.

Les observations qui seront effectuées dans les prochaines années permettront peut-être de comprendre le rôle que jouent les saisons dans la météorologie polaire de Saturne.

*Le cyclone du pôle austral de Saturne vu dans diverses longueurs d'onde. L'œil paraît clair ou sombre en fonction des émissions ou absorptions des photons à ces longueurs d'ondes. La dernière image, dans l'infrarouge à 5 microns, montre les nuages en silhouettes devant le rayonnement thermique de la planète.*  
(© NASA/JPL)



## Activité lunaire

Un faible taux de cratérisation et une signature spectrale anormale indiquent que certaines régions de notre satellite ont été le site de phénomènes éruptifs dans un passé récent, c'est-à-dire quelques millions d'années.

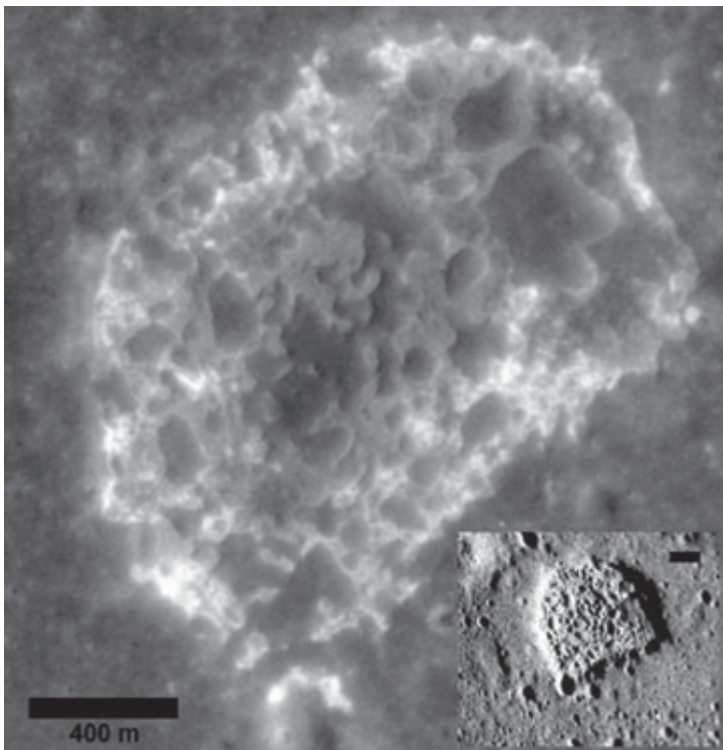
L'absence d'atmosphère sur la Lune ne signifie pas en effet qu'il n'y a pas d'érosion. Les petites particules de toute sorte ainsi que le rayonnement solaire finissent par émousser les reliefs. D'autre part le bombardement météoritique creuse de temps à autre un cratère. La connaissance du taux moyen de cratérisation permet ainsi d'avoir une idée de l'âge des terrains lunaires. La région d'Ina, de huit kilomètres carrés, ne contient que deux cratères d'une trentaine de mètres, ce qui permet de donner un âge approximatif de deux millions d'années.

L'érosion affecte aussi la réflectivité du sol qui devient de plus en plus terne.

Ces caractéristiques ont conduit les astronomes à chercher un processus capable de produire une surface aussi jeune. La situation à l'intersection de deux vallées laisse penser qu'il pourrait s'agir d'un balayage des couches superficielles par des éjections gazeuses. Le sol sous-jacent serait ainsi fraîchement exposé.

## Cas A

Les observations du télescope spatial Spitzer montrent l'évolution des restes de la supernova Cassiopeia A au cours du temps. La supernova résulte de l'explosion d'une étoile d'environ 15 à 20 masses solaires. Comme toutes les étoiles massives en fin de parcours, Cassiopeia A était composée de « pelures d'oignon » concentriques. Celles-ci étaient caractérisées par la présence d'éléments différents correspondant à diverses phases de com-



*Les images de la structure Ina prises par les missions Apollo indiquent que du gaz émis par le sol lunaire a pu exposer de nouveaux terrains. L'image principale montre peu de cratères dans la dépression. La petite image, obtenue sous incidence rasante, montre des reliefs très nets, indicateurs de l'absence d'érosion. (© NASA)*

bustion marquant des étapes successives de la vie de l'étoile. Les éléments les plus légers, comme l'hydrogène, se trouvaient dans la couche externe. Les couches internes contenaient des éléments de plus en plus lourds, pour en arriver au fer au centre de l'étoile. Cela ne va pas plus loin dans le tableau de Mendeleïev puisque les éléments plus lourds ne permettent plus la production d'énergie par fusion.

Les détails de l'explosion de cet oignon n'étaient pas bien connus. On avait évoqué diverses hypothèses, la plus simple semblant être l'éclatement uniforme, avec les couches suc-

cessives partant en bon ordre. S'il en était bien ainsi l'agencement des couches devrait être préservé dans les débris. Jusqu'à présent les observations n'avaient que partiellement révélé une telle structure. Le télescope Spitzer a résolu l'énigme en montrant les pièces manquantes. Les différentes couches de l'étoile avaient été éjectées à des vitesses différentes de sorte que certaines couches extérieures ont été rattrapées par des couches internes formant ainsi une onde de choc chauffée à haute température et émettant en rayons X et en lumière visible. Les couches qui ne sont pas entrées en collision

sont plus froides et émettent en infrarouge. Ce sont elles que Spitzer a détectées.

Cas A est actuellement la cible idéale pour étudier l'évolution d'une supernova. Dans quelques siècles les débris se seront complètement mélangés, effaçant pour toujours les indices de l'explosion.

*Cas A observée par le télescope spatial Spitzer entre 3 et 8 microns. (© NASA/JPL)*





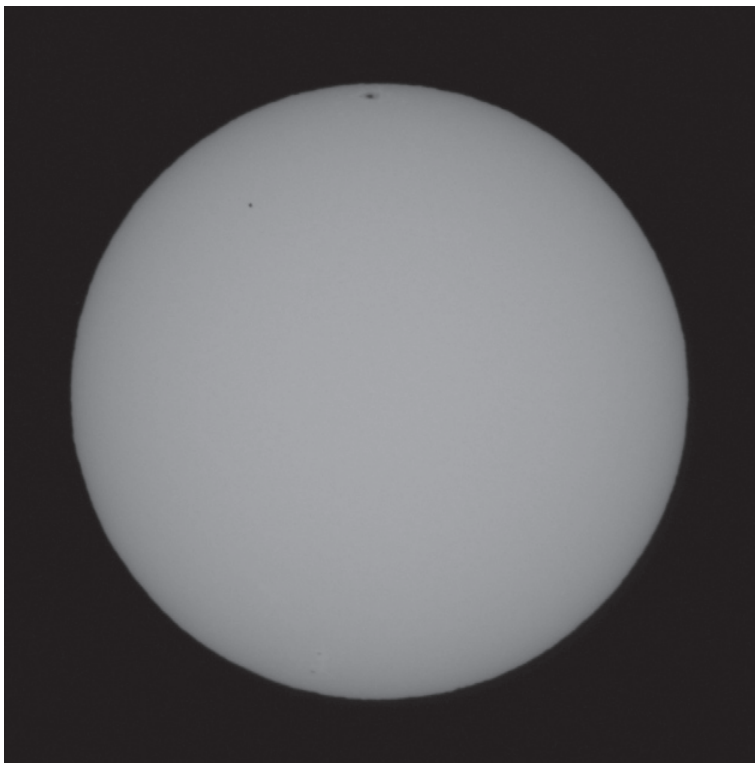
*Mercure est la petite tache ronde en haut à gauche. Il y a aussi quelques taches solaires dont une de taille respectable en haut, près du limbe. (Cliché E. Jehin)*

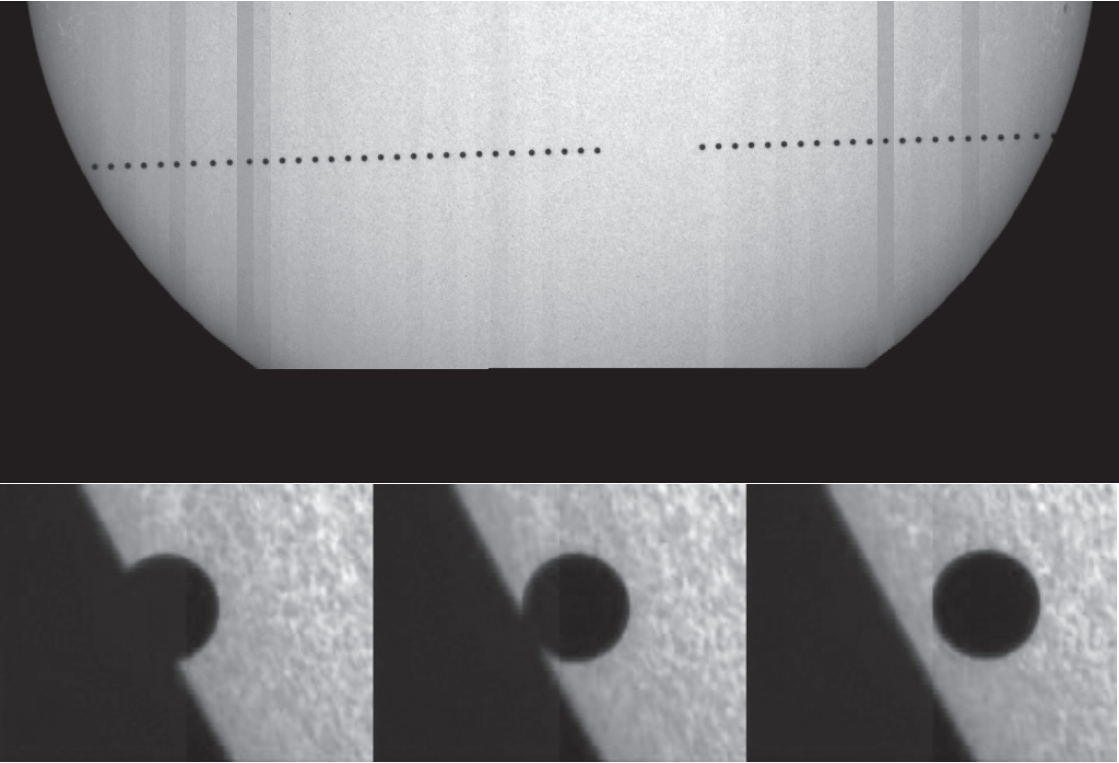
## **Conjonctions et transit**

La planète Mercure passait devant le Soleil le 8 novembre 2006. Malheureusement pour nous, la zone de visibilité était le Pacifique et son pourtour. Le malheur des uns faisant le bonheur des autres, ce fut au contraire une aubaine pour les astronomes séjournant au Chili. Un temps superbe leur permit d'enregistrer le phénomène jusqu'au coucher du Soleil. C'est ainsi que notre compatriote Emmanuel Jehin a pu obtenir quelques centaines de clichés du Soleil.

Les autres ont dû se contenter de suivre l'événement via les caméras de l'observatoire spatial solaire SOHO ou de celles du nouveau télescope solaire Hinode.

*Ci-contre, une petite assemblée observe le transit de Mercure depuis les quartiers généraux de l'ESO à Santiago, sous la houlette d'E. Jehin.*



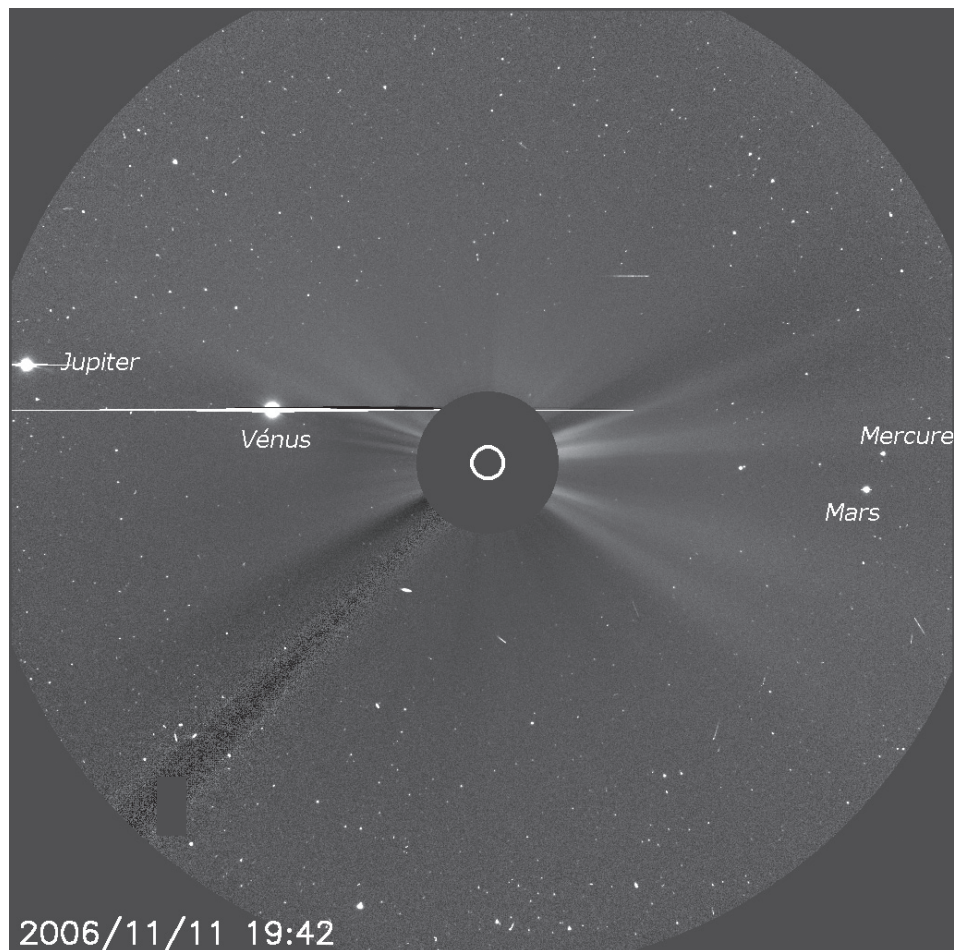


*En haut, mosaïque d'images prises par SOHO au cours des cinq heures que dura le transit de la petite planète.  
(© NASA/ESA SOHO/MDI)*

*En bas les trois images sont extraites d'un film réalisé par le télescope SOT à bord du nouvel observatoire spatial solaire Hinode. (© NAOJ)*

*Nouveau venu sur la scène des observatoires spatiaux, Hinode (« lever de Soleil », en japonais, et autrefois nommé Solar B) a été lancé le 22 Septembre 2006 depuis le centre spatial Uchinoura de Kyushu, Japon. Sa mission spécifique est d'étudier le Soleil et plus particulièrement les taches solaires. (© NAOJ)*



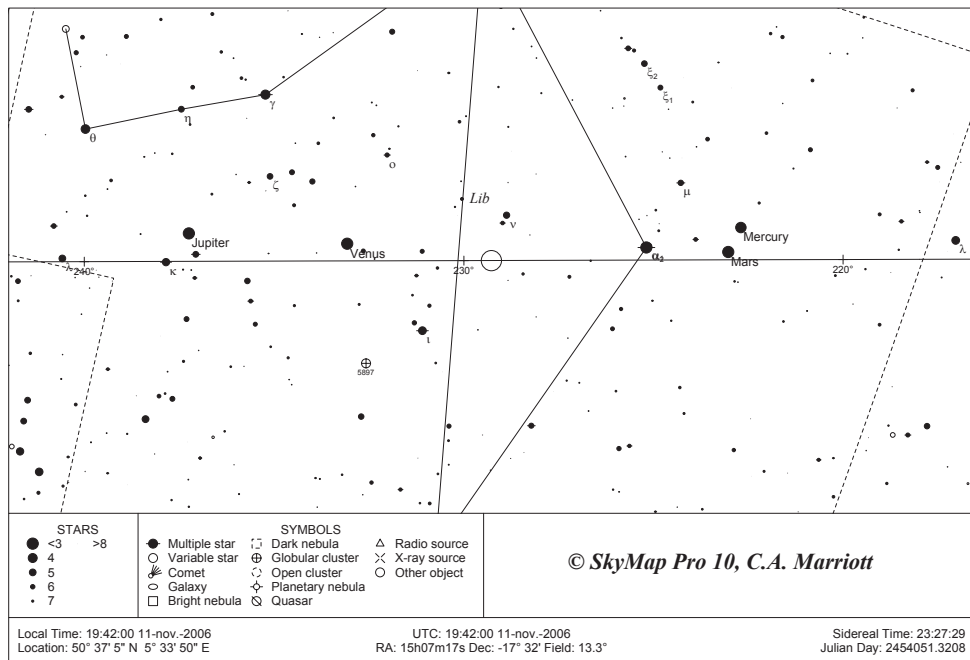


Les derniers passages de Mercure devant le Soleil eurent lieu le 15 novembre 1999 et le 7 mai 2003. Le prochain aura lieu le 9 mai 2016.

En fait, lors de la récente conjonction, perdue dans l'éclat du Soleil, Mercure était en bonne compagnie. Quelques jours après le transit, quatre planètes étaient présentes en même temps dans le champ de l'instrument LASCO C3 de l'observatoire spatial SOHO. Malgré la largeur assez importante de 15 degrés, il est assez rare de voir un tel attroupement dans LASCO C3. En ce mois de novembre, c'était au tour de Mercure, Vénus, Mars et Jupiter de

*Le 11 novembre, le Soleil et quatre planètes étaient présentes en même temps dans le champ de l'instrument LASCO C3 de l'observatoire spatial SOHO. Un écran circulaire masque le disque éblouissant du Soleil. La carte sur la page de droite permet d'identifier de nombreux astres.*

poser avec le Soleil. En 2000, le 15 mai, c'était Mercure, Vénus, Jupiter et Saturne que l'on pouvait voir. En prime, le superbe amas des Pléiades faisait alors partie de la scène et l'activité solaire décorait la couronne d'impressionnante façon.

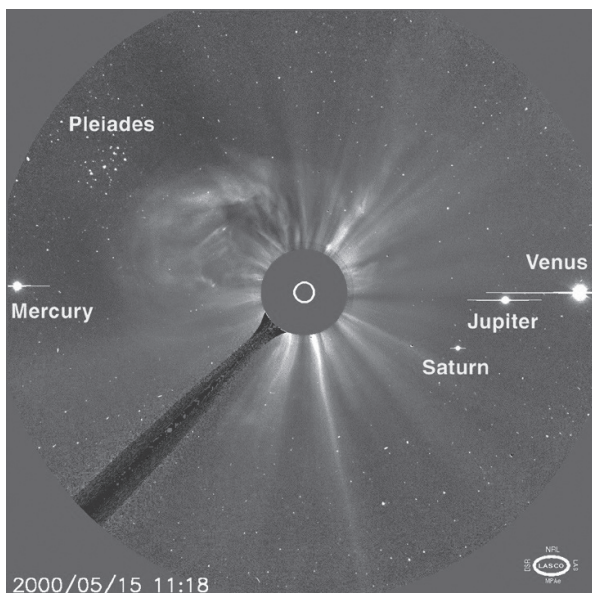


Le but premier de SOHO est d'étudier l'astre du jour ainsi que son atmosphère étendue. C'est un peu par hasard qu'il nous permet d'assister à de tels spectacles, ainsi que de permettre la découverte de nombreuses comètes.

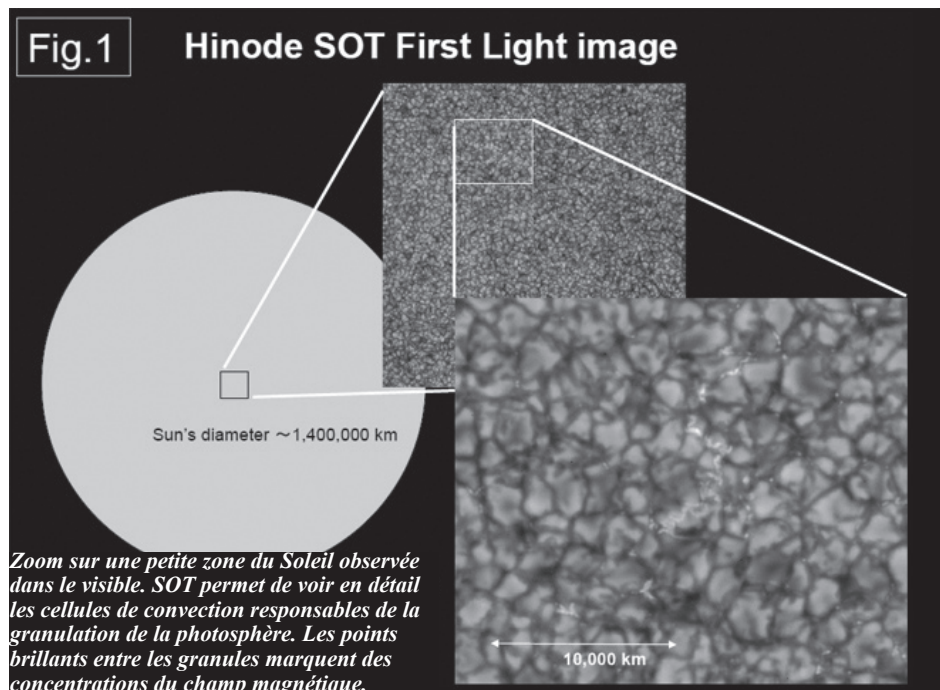
Avec le transit de Mercure, un nouvel observatoire solaire spatial, Hinode a attaqué de façon très médiatique une carrière qui s'annonce pleine de promesses.

Mission conjointe de la JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), du NAOJ (National Astronomical Observatory of Japan) et du PPARC (Particle Physics and Astronomy Research Council), Hinode emporte trois instruments. Le SOT (Solar Optical Telescope) fournit des images à haute définition de la photosphère. Le XRT (X-ray telescope) observe le gaz coronal à très haute température. L'EIS (Extreme Ultraviolet Imaging Spectrometer) est un imageur qui peut sélectionner des raies spectrales émises par les divers ions dans l'atmosphère du Soleil.

*Ci-dessous le champ observé par LASCO lors de l'alignement planétaire de mai 2000.*







**En exclusivité à Liège**  
**>>> GALERIE OPÉRA <<<**  
**DÉPARTEMENT INSTRUMENTS D'OPTIQUE**  
Télescopes terrestres et astronomiques,  
loupes, microscopes, ...

Optique  
**Buisseret**  
Maîtres-opticiens depuis plus de 150 ans

**Varilux Center Liège**  
10 rue des Clarisses - tél.04 223 29 15  
Galerie Opéra Liège - tél.04 223 77 06

**Varilux Center Marche**  
2 rue de Luxembourg  
• tél.084 32 19 48

URANUS

MEADE

MADE IN U.S.A.